

Как известно, электропроводность атмосферы определяется совокупным действием ионизационно-рекомбинационных процессов в исследуемом слое. Анализ результатов экспедиционных измерений позволил получить регрессионные зависимости полярных электропроводностей от объёмной активности радона-222 (высота датчиков 1 метр). По сгруппированным данным, полученным в Цимлянске в августе 2016 года:  $\lambda_- = 15 + 0,2A_{Rn}$ ,  $\lambda_+ = 16 + 0,2A_{Rn}$ . На плато Шаджатмаз летом 2019 года:  $\lambda_- = 7 + 0,1A_{Rn}$  и  $\lambda_+ = 12 + 0,1A_{Rn}$ . Здесь  $A_{Rn}$  - объёмная активность радона-222, измеренная в Бк/м<sup>3</sup>, а размерность электропроводности фСм/м.

Значимым фактором для ионного режима является, как известно, содержание в атмосфере аэрозольных частиц, которые адсорбируют лёгкие атмосферные ионы и тем способствуют снижению электропроводности. На рис.1 представлены эмпирические ряды регрессии полярных электропроводностей атмосферы по значениям концентрации субмикронных аэрозолей с размером частиц более 0,1 мкм, построенные по результатам измерений на плато Шаджатмаз в летние месяцы 2018 и 2019 г.г. Экспериментальные данные хорошо аппроксимируются экспоненциальной зависимостью:  $\lambda_+ = 27e^{-0,08N}$  ( $R^2=0,82$ )  $\lambda_- = 27e^{-0,12N}$  ( $R^2=0,89$ ). Расчет выполнен для полярных электропроводностей  $\lambda_+$  и  $\lambda_-$ , измеряемых в фСм/м, и концентрации аэрозолей  $N$  в 10<sup>8</sup> м<sup>-3</sup>. Ранее для Цимлянска по данным 2017 года получены теми же приборами аналогичные зависимости:  $\lambda_+ = 24e^{-0,16N}$  ( $R^2=0,96$ ) и  $\lambda_- = 18e^{-0,09N}$  ( $R^2=0,92$ ) [1]. Планками на рисунке показаны значения стандартной погрешности (ошибка репрезентативности)

Анализ вертикальных профилей полярных электропроводностей, полученных для плато Шаджатмаз впервые по результатам измерений 2019 года, показывает, что особенностью этого пункта наблюдений является следующая ситуация. В часы наблюдений со слабым ветром и низкой температурой и, как следствие, слабым перемешиванием атмосферы, когда повышается содержание радона-222 в атмосфере, имеет место интенсивное образование аэрозолей вследствие конденсации водяных паров. Итогом является то, что два значимых фактора влияют на ионный режим в противоположных направлениях, что и определяет вариации электропроводности атмосферы.

Таким образом, исследования показывают, что электрические процессы в приземной атмосфере тесно связаны с её термодинамикой и условиями перемешивания. Действие таких значимых для ионного режима атмосферы факторов, как радиоактивные эманации и аэрозоли, проявляются в разных пунктах по-разному в зависимости от особенностей физического состояния атмосферы и подстилающей поверхности. В то же время вид и параметры регрессионных уравнений, связывающих электропроводность атмосферы с факторами ионизационно-рекомбинационных процессов, для разных пунктов наблюдений идентичны.

Список публикаций:

[1]Болдырева В.А., Купинская А.И. // Материалы XXIV Всероссийской научной конференции студентов-физиков (ВНКСФ-24). г.Томск, 2018. - С.392-393

## **Анализ петроупругих свойств пласта по данным керна и геофизических исследований**

**Нугаева Нурия Мазитовна**

*Башкирский государственный университет*

*Привалова Ольга Разимовна*

*nurianugaeva2@gmail.com*

Залежи углеводородов высокопродуктивных пластов, открытых в прошлом столетии, в основном, значительно выработаны. Успешное решение проблемы выделения коллекторов с вторичной пористостью разного происхождения стало возможным благодаря включению в комплекс ГИС широкополосного акустического каротажа (АКШ), обеспечивающего регистрацию параметров упругих волн различных типов (продольные, поперечные). Появление многоканальных акустических зондов позволяет повысить точность измерений характеристик волн разных типов [1]. Измерения динамических и кинематических характеристик волн разных типов позволяют провести расчеты упругих параметров среды, таких как коэффициент Пуассона и модуль Юнга [2].

Наличие сведений о характере и структуре порового пространства коллекторов [3], позволяет оптимально выбрать способы ввода их в эксплуатацию и поддержания уровня добычи, прогнозировать устойчивость ствола скважин при бурении и при работе в условиях необсаженного ствола.

Актуальность рассматриваемой в работе проблемы состоит в неполном комплексе геофизических исследований [4], что затрудняет провести анализ петроупругих свойств пласта, так как для моделирования петроупругих свойств необходимы каротажные данные  $\Delta t_s$ ,  $\Delta t_p$  и ГГК-п.

Целью данной работы являлось проведение анализа петроупругих свойств пласта в горизонтальной части скважины при неполном комплексе геофизических исследований [5]. Для этого было необходимым провести полный анализ геофизических исследований и анализ данных керна в пилотной части данной скважины, где имеется полный комплекс геофизических исследований, рассчитать петроупругие свойства пласта по формулам для расчета модули Юнга [1] и коэффициента Пуассона [2]:

$$E = \frac{\rho V_s^2 (3V_p^2 - 4V_s^2)}{(V_p^2 - V_s^2)} \quad (1)$$

$$\nu = \frac{V_p^2 - 2V_s^2}{2(V_p^2 - V_s^2)} \quad (2)$$

где  $V_p$  - скорость продольной волны, м/с,  $V_s$  - скорость поперечной волны, м/с,  $\rho$  - объемная плотность пород, кг/м<sup>3</sup>.

По итогам расчета, в пилотной части модуль Юнга составил 50,1 ГПа, коэффициент Пуассона 0,295.

В работе исследовалась скважина, в горизонтальной части которой проведен неполный комплекс ГИС, поэтому было необходимо произвести перенос данных методом восстановления. Для этого были построены зависимости данных из пилотной части скважины:  $\Delta t_s$  от  $\Delta t_p$ ,  $\Delta t_s = f(\Delta t_p)$  и ГГК-п от  $\Delta t_p$ , ГГК-П =  $f(\Delta t_p)$ , основываясь на полученные уравнения [3],[4], были восстановлены кривые  $\Delta t_s$  и ГГК-п в горизонтальной части скважины. Также был использован метод экстраполяции кривых, в котором производился перенос замеров  $\Delta t_s$ ,  $\Delta t_p$  и ГГК-п из пилотной части скважины в горизонтальную часть скважины вдоль напластования (рис.1), далее, по результатам двух методов, был произведен расчет петроупругих свойств пласта в горизонтальной части скважины по формулам [1], [2].

$$y = 1,743036x + 20,944683, R^2 = 0,877085 \quad (3)$$

$$y = 8,6803x^{-0,232}, R^2 = 0,5196 \quad (4)$$

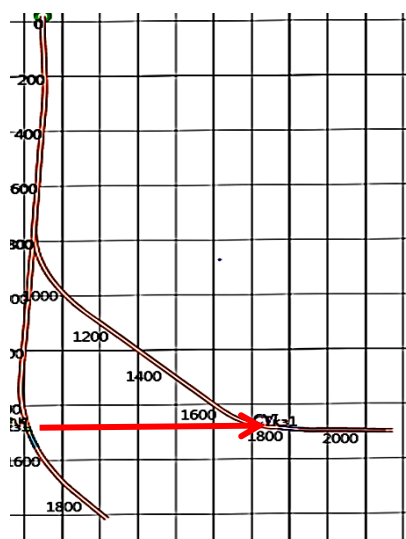


рис.2. Метод экстраполяции, как перенос каротажных данных с пилотной части на горизонтальную часть вдоль напластования

В ходе исследования были получены численные результаты модуля Юнга и коэффициента Пуассона в горизонтальной части скважины, методом восстановления кривых результат модули Юнга составил 47,85 ГПа, коэффициента Пуассона 0,294, методом экстраполяции кривых: модуль Юнга - 49,16 ГПа, коэффициент Пуассона-0,288.

Основной идеей исследования являлось выявление методов восстановления каротажных кривых для корректного моделирования петроупругих свойств пласта при неполном комплексе геофизических исследований. По результатам исследования расхождения петроупругих свойств в пилотной и горизонтальной части скважины не более 5%, что свидетельствует о возможности переноса рассчитанных петроупругих свойств из пилотной части в горизонтальную, при отсутствии полного комплекса ГИС в горизонте. Для подтверждения полученных данных, было проведено сравнение с лабораторными исследованиями над керном из соседней скважины, в котором производился отбор керна из пласта, который исследуется в данной работе, лабораторные значения модуля Юнга составляют 48,8 ГПа, коэффициента Пуассона – 0,32, что свидетельствует о корректной экстраполяции и восстановлении кривых акустического и плотностного каротажа.

Список публикаций:

- [1] Дворкин В.И., Александров С.С., Зиннуров Р.М. Методическое руководство по применению новых геофизических методов в открытом стволе бурящихся скважин - Уфа: УГНТУ, 2008.- С. 91-98.  
[2] Оловянный А.Г. Механика горных пород. Моделирование разрушений. - СПб.: ООО «КОСТА», 2012. 280 с.  
[3] Привалова О.Р. Создание литолого-петрофизической модели платформенной части Башкортостана для карбонатных отложений верхнего девона-нижнего карбона. Научно-исследовательская работа. - Уфа: БашНИПИнефть, 2018.  
[4] Плакс Д.П., Бабец М.А. Разработка месторождений полезных ископаемых - Минск: БНТУ, 2016. 142 с.  
[5] Мараев И.А. Комплексная интерпретация результатов геофизических исследований скважин. -М:МГРИ-РГГРУ, 2013.95 с.

## Экспериментальные исследования закономерностей трансформации аэрозольного спектра в приземной атмосфере

**Поповская Татьяна Сергеевна**

**Болдырева Виктория Александровна**

**Южный федеральный университет**

**Петрова Галина Григорьевна**

[tanya14011@mail.ru](mailto:tanya14011@mail.ru)

На сегодняшний день физика атмосферных аэрозолей является актуальным и востребованным направлением в комплексе атмосферных наук. Это связано с тем, что атмосферные аэрозоли играют важную роль в быстропротекающих климатических изменениях, в формировании электрического состояния атмосферы. Аэрозолем называется дисперсная система, состоящая из газообразной дисперсионной среды и твердой или жидкой дисперсной фаз, иначе говоря, это взвесь твердых или жидких частичек в газах [1]. Аэрозольные частицы по своему происхождению делятся на естественные (частицы почвы и горных пород, зола от лесных пожаров и сжигания сельскохозяйственных отходов, морская соль и т.д.) и антропогенные (техногенная пыль, образованная при сжигании угля на ТЭЦ, частички сажи в выхлопных газах автотранспорта и т.п.). Понимание механизмов образования и переноса аэрозолей необходимо при интерпретации результатов атмосферно-электрических измерений и при моделировании электрических процессов в атмосфере.

Настоящая работа посвящена исследованию спектров атмосферных аэрозолей, полученных в периоды совместных летних экспедиций Южного федерального университета и Института физики атмосферы им. А.М.Обухова РАН на Цимлянкой (2017) и Кисловодской высокогорной (2018) научных станциях ИФА. Измерение концентрации аэрозолей осуществлялось в шести субмикронных размерных диапазонах (0,1-0,2; 0,2-0,3; 0,3-0,4; 0,4-0,5; 0,5-0,7; >0,7 мкм) с помощью лазерного аэрозольного спектрометра ЛАС-П системы НИФХИ им.Л.Я.Карпова. В работе рассматриваются закономерности распределения аэрозольных частиц по размерам как в случае ясной атмосферы, так и в зависимости от помутняющих атмосферу факторов: дым, пыль, туман.

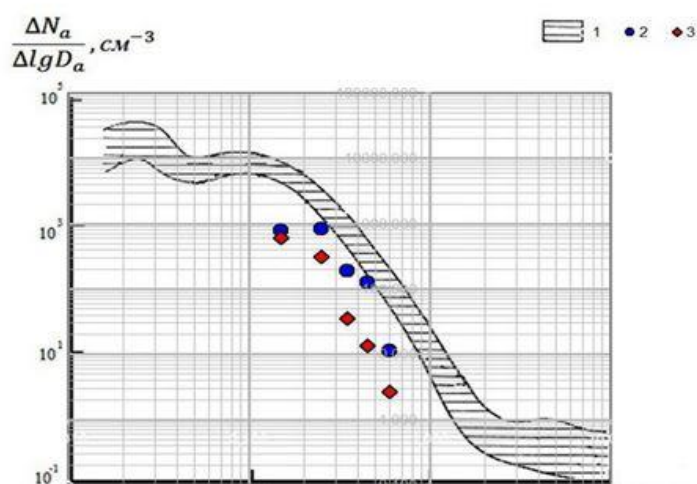


рис.1. Распределение аэрозольных частиц по размерам

1 – фоновый размерный спектр аэрозолей в приземном слое по данным В.В.Смирнова [2]

2 – размерный спектр аэрозолей на плато Шаджатмаз, 2018

3 – размерный спектр аэрозолей в Цимлянске, 2017

На рисунке 1 представлены размерные спектры аэрозольных частиц, построенные для условий ясной атмосферы по результатам экспедиционных измерений на плато Шаджатмаз в августе 2018 года (2) и в